



Informe de Monitoreo de Vibraciones

Proyecto “Mina de Cobre Panamá”

Preparado para:
Minera Panamá, S.A.



Enero, 2017

Informe de Monitoreo de Vibraciones

Proyecto “Mina de Cobre Panamá”

Preparado para:



Elaborado por:



Enero, 2017

	Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	Responsable	Control de calidad	Gerencia
Idoneidad DIPROCA-AA-003-2012	Roy Quintero DIPROCA-AA-031- 2013/ Act. 2015	Leyson Guillén DIPROCA-AA-012- 2001	Karina Guillén

Índice

2.7.1. Introducción.....	4
2.7.2. Objetivo general	5
2.7.3. Objetivos específicos.....	5
2.7.4. Aspecto Metodológico.....	5
2.7.5. Especificaciones del equipo utilizado y datos de la medición.....	6
2.7.6. Resultados.....	7
2.7.7 Conclusión	28
2.7.8. Recomendaciones	28
2.7.9. Bibliografía	29
Anexos	30
Anexo 2.7.1 Data generada por el equipo durante las mediciones	
Anexo 2.7.2 Certificado de calibración del equipo	
Anexo 2.7.3 Extracto de la Norma de vibraciones en Panamá	
Anexo 2.7.4 Cadenas de Custodia	

2.7.1. Introducción

La vibración es un movimiento oscilatorio de partículas de los cuerpos sólidos respecto a una posición de referencia, en relación al tiempo; es el número de veces por segundo que se realiza un ciclo completo al cual se le llama frecuencia y se mide en hertzios¹ (ISO 1997; OIT 2001).

La vibración puede ser general, que es aquella que se transmite a todo el cuerpo, a través de las superficies de apoyo como los pies, regiones glúteas o puede ser local, la cual se refiere a la vibración aplicada a partes específicas del cuerpo, como las manos y brazos (MICI- DGNTI 2000).

Su valoración se hace a través de un instrumento de medida conocido como Vibrómetro, que contiene en su interior unos filtros de ponderación que se integran de acuerdo al potencial lesivo, el cual mide las siguientes variables: frecuencia, amplitud, eje X, Y o Z de entrada por mano-brazo o por cuerpo entero. Las vibraciones pueden alterar las actividades del trabajador ya que deteriora la adquisición de información y la salida de información (ya sea afectando la capacidad de concentración del trabajador, deteriorando sus capacidades motoras o coordinación). Con frecuencia no es posible relacionar directamente las alteraciones de las funciones fisiológicas en condiciones de campo con las vibraciones, dado que ésta suele actuar conjuntamente con otros factores significativos como la elevada tensión mental o el ruido (OIT 2001).

En exposiciones crónicas, los efectos nocivos más graves y frecuentes son las alteraciones en la columna vertebral y en el sistema nervioso central. Otros tipos de riesgos importantes para la salud producto de la vibración, son los trastornos de la circulación periférica (venas varicosas y hemorroides), cardiopatía isquémica, hipertensión, alteraciones neurovasculares y enfermedades gastrointestinales (Pichardo y Jiménez 2007).

¹ Unidad de frecuencia en el Sistema Internacional, equivalente a la frecuencia de un movimiento vibratorio que ejecuta una vibración cada segundo. Su símbolo es Hz

En Panamá, el Reglamento Técnico DGNTI²-COPANIT³ 45-2000⁴, establece los límites máximos permisibles y el tiempo al que un trabajador puede estar expuesto a vibraciones, durante su jornada laboral. El presente informe contempla el análisis de los resultados obtenidos en los monitoreos de vibraciones, realizados a las maquinarias que utilizan los trabajadores en las diferentes áreas del Proyecto “Mina de Cobre Panamá”.

2.7.2. Objetivo general

Evaluar los niveles de vibración a los que están expuestos los trabajadores del Proyecto “Mina de Cobre Panamá” durante el desarrollo de sus actividades.

2.7.3. Objetivos específicos

- Identificar las fuentes que generan vibración dentro del Proyecto.
- Evaluar los niveles de vibración de la fuente identificada, para establecer la relación entre los niveles máximos permisibles de vibración y los tiempos máximos permisibles de exposición por jornada de trabajo, según los requisitos que establece el Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 45-2000.

2.7.4. Aspecto Metodológico

Los parámetros a evaluar son el valor de la raíz media cuadrática de la aceleración de la vibración, así como el tiempo de exposición del trabajador. Al existir vibración en más de una dirección, se depreciará la posible interacción entre ellas (Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 45-2000).

² DGNTI: Dirección General de Normas y Tecnología Industrial

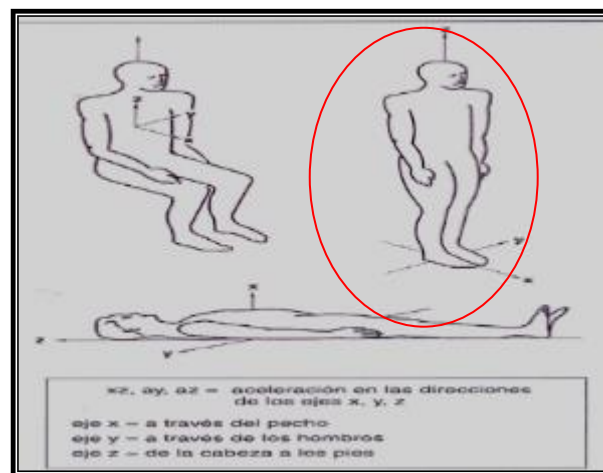
³ COPANIT: Comisión Panameña de Normas Industriales y Técnicas

⁴ Reglamento Técnico que aplica para Higiene y Seguridad Industrial. Condiciones de Higiene y Seguridad en Ambientes de Trabajo donde se generen Vibraciones.

Las mediciones fueron realizadas del 10 al 13 de enero del 2017; el sensor del vibrómetro se colocó en los asientos de las diferentes maquinarias que se utilizan dentro del Proyecto, con el propósito de medir las vibraciones percibidas por los operadores.

Se realizó la programación del equipo para medir las vibraciones a los trabajadores expuestos y se utilizó el filtro Wk, el cual sirve para medir vibraciones de todo el cuerpo en la dirección de la columna vertebral, en personas de pie o sentadas; para medir vibraciones en sentido vertical a la superficie donde se encuentran, en el caso de personas tumbadas; así como vibraciones en las tres direcciones espaciales (eje X, Y, Z), que influyen en los pies de las personas sentadas según la ISO, 2631-1, tal como se muestra en la imagen 2.7.1 (persona en posición sentada).

Imagen 2.7.1. Esquema de la medición de vibración en tres direcciones espaciales



Fuente: ISO 2631-1:1997.

2.7.5. Especificaciones del equipo utilizado y datos de la medición

En la tabla 2.7.1 se muestran las especificaciones del equipo (medidor de vibraciones) y datos generales de las mediciones.

Tabla 2.7.1. Información técnica del equipo utilizado y datos de las mediciones

Información técnica	
Equipo empleado	Medidor de Vibraciones
Fabricante	Casella
Modelo	CEL-960
Calibración	11 de julio de 2016
Norma aplicada	Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 45-2000 (ver Reglamento en el anexo 2.7.3).
Día de la medición	10 al 13 de enero de 2017
Tiempo de Medición	(15 minutos/dirección espacial X, Y y Z) por cada punto
Nombre del técnico (a)	Jairo Carrasco y Roy Quintero

Fuente: Especificaciones técnicas del equipo de medición, 2017. Nota: En el anexo 2.7.2 se adjunta el certificado de calibración del equipo.

2.7.6. Resultados

En la tabla 2.7.2 se muestran los datos de las mediciones que se efectuaron en el Proyecto.

Tabla 2.7.2. Datos de la medición Vibraciones- Proyecto “Mina de Cobre Panamá”

Área de trabajo	Fecha y hora de medición	Nombre del Operador	Ubicación geográfica del equipo (UTM, WGS 84)	Equipo
Taller de Mantenimiento Botija	10 de enero de 2017 2:44 p.m.	Edwin Jurado	978122 N/ 538701 E	Compactadora
Botadero 64 - Botija	11 de enero de 2017 8:49 a.m.	Indra Artola	978350 N/ 539034 E	Tractor de cadenas
Botadero 64 - Botija	11 de enero de 2017 10:37 a.m.	César Vega	978421 N/ 539102 E	Tractor de cadenas
Encofrado Sur - TMF	11 de enero de 2017 1:42 p.m.	Isaac Guardia	981999 N/ 537537 E	Excavadora hidráulica

Área de trabajo	Fecha y hora de medición	Nombre del Operador	Ubicación geográfica del equipo (UTM, WGS 84)	Equipo
Botadero 64 - Botija	11 de enero de 2017 1:42 p.m.	Secundino Mañón	978421 N/ 539102 E	Tractor de cadenas
Área de Almacenamiento de combustible - Puerto	12 de enero de 2017 9:09 a.m.	Euribiades González	996164 N/ 533878 E	Excavadora hidráulica
Área 45 - Puerto	12 de enero de 2017 1:06 p.m.	Gilberto Cedeño	995392 N/ 533763 E	Excavadora hidráulica
Planta de Concreto - Puerto	12 de enero de 2017 2:40 p.m.	Leslie Guerra	995967 N/ 534029 E	Excavadora hidráulica
Turbina 1 – Planta de Generación Eléctrica	12 de enero de 2017 7:18 p.m.	Franciso Julio	996699 N/ 534011 E	Excavadora hidráulica
Botadero TMF - 10	13 de enero de 2017 8:57 a.m.	Jorge Herrera	981776 N/ 538263 E	Tractor de cadenas

Fuente: CODESA, 2017.

Taller de Mantenimiento Botija

El monitoreo realizado a Edwin Jurado (asiento del operador de la compactadora) en el área del Taller de Mantenimiento Botija, registró valores debajo de los límites establecidos en el Reglamento Técnico utilizado como referencia (ver tabla 2.7.3 e imágenes 2.7.2 y 2.7.3).

Tabla 2.7.3. Resultado de Monitoreo de Vibraciones Taller de Mantenimiento Botija

Frecuencia media de la banda terciaria (Hz)	Aceleración en X (m/s ²)		Aceleración en Y (m/s ²)		Aceleración en Z (m/s ²)	
	Periodo de Monitoreo 15 minutos		Periodo de Monitoreo 15 minutos		Periodo de Monitoreo 15 minutos	
	Medido	DGNTI- COPANIT 45-2000	Medido	DGNTI- COPANIT 45-2000	Medido	DGNTI- COPANIT 45-2000
1	0.146	1,270	0.303	1,270	0.0624	3,560
1,25	0.173	1,270	0.207	1,270	0.0667	3,180
1,6	0.192	1,270	0.138	1,270	0.0832	2,820
2	0.215	1,270	0.181	1,270	0.151	2,510
2,5	0.245	1,580	0.202	1,580	0.352	2,220
3,15	0.239	2,010	0.331	2,010	0.370	1,980
4	0.506	2,540	0.226	2,540	0.471	1,780
5	0.577	3,170	0.201	3,170	0.430	1,780
6,3	0.410	4,010	0.191	4,010	0.266	1,780
8	0.155	5,090	0.231	5,090	0.149	1,780
10	0.178	6,330	0.178	6,330	0.153	2,260
12,5	0.219	7,910	0.155	7,910	0.139	2,830
16	0.198	10,17	0.168	10,17	0.118	3,560
20	0.175	12,66	0.129	12,66	0.117	4,520
25	0.209	15,83	0.129	15,83	0.0913	5,650
31,5	0.442	20,07	0.153	20,07	0.182	7,080
40	0.270	25,44	0.116	25,44	0.0825	9,040
50	0.118	31,65	0.0824	31,65	0.0382	11,31
63	0.0980	40,13	0.0757	40,13	0.0329	14,14
80	0.120	50,87	0.0777	50,87	0.0272	17,81

Fuente: CODESA, 2017.



Imágenes 2.7.2 y 2.7.3. Monitoreo de vibración en el Taller de Mantenimiento Botija –
Compactadora (978122 N/ 538701 E)

Botadero 64 – Botija (Punto 1)

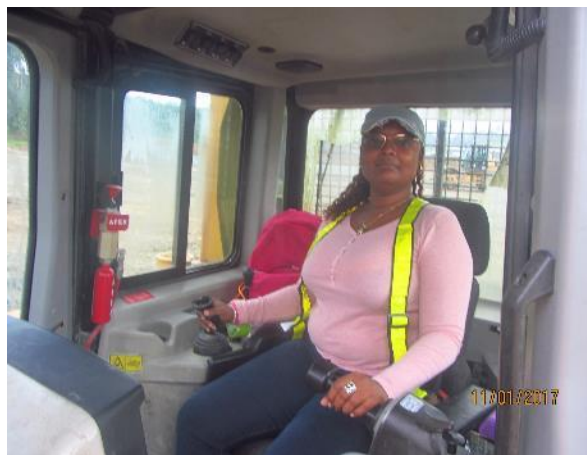
La medición de vibración humana realizada a la operadora del tractor de cadenas en el área del Botadero 64 - Botija (Punto 1), Indra Artola (ver imágenes 2.7.4 y 2.7.5), registró valores que se encuentran por debajo de los valores establecidos en el Reglamento Técnico N° DGNTI-COPANIT-45-2000 (ver tabla 2.7.4).

Tabla 2.7.4. Resultado de Monitoreo de Vibraciones Botadero 64 - Botija (Punto 1)

Frecuencia media de la banda terciaria (Hz)	Aceleración en X (m/s ²) Periodo de Monitoreo 15 minutos		Aceleración en Y (m/s ²) Periodo de Monitoreo 15 minutos		Aceleración en Z (m/s ²) Periodo de Monitoreo 15 minutos	
	Medido	DGNTI- COPANIT 45-2000	Medido	DGNTI- COPANIT 45-2000	Medido	DGNTI- COPANIT 45-2000
1	0.112	1,270	0.0856	1,270	0.0479	3,560
1,25	0.121	1,270	0.0970	1,270	0.0666	3,180
1,6	0.137	1,270	0.115	1,270	0.0845	2,820
2	0.164	1,270	0.168	1,270	0.106	2,510
2,5	0.208	1,580	0.217	1,580	0.167	2,220

Frecuencia media de la banda terciaria (Hz)	Aceleración en X (m/s ²) Periodo de Monitoreo 15 minutos		Aceleración en Y (m/s ²) Periodo de Monitoreo 15 minutos		Aceleración en Z (m/s ²) Periodo de Monitoreo 15 minutos	
	Medido	DGNTI- COPANIT 45-2000	Medido	DGNTI- COPANIT 45-2000	Medido	DGNTI- COPANIT 45-2000
3,15	0.202	2,010	0.212	2,010	0.157	1,980
4	0.170	2,540	0.182	2,540	0.167	1,780
5	0.159	3,170	0.173	3,170	0.211	1,780
6,3	0.197	4,010	0.198	4,010	0.269	1,780
8	0.238	5,090	0.242	5,090	0.211	1,780
10	0.227	6,330	0.263	6,330	0.210	2,260
12,5	0.147	7,910	0.192	7,910	0.173	2,830
16	0.126	10,17	0.151	10,17	0.165	3,560
20	0.191	12,66	0.199	12,66	0.135	4,520
25	0.171	15,83	0.191	15,83	0.0986	5,650
31,5	0.163	20,07	0.156	20,07	0.0935	7,080
40	0.294	25,44	0.434	25,44	0.0985	9,040
50	0.0956	31,65	0.107	31,65	0.0430	11,31
63	0.0841	40,13	0.0580	40,13	0.0388	14,14
80	0.0545	50,87	0.0430	50,87	0.0266	17,81

Fuente: CODESA, 2017.



Imágenes 2.7.4 y 2.7.5. Monitoreo de vibración en el Botadero 64 - Botija (Punto 1) – tractor de cadenas (978350 N/ 539034 E)

Botadero 64 – Botija (Punto 2)

En la tabla 2.7.5, podemos observar que los valores del monitoreo de vibraciones realizado en el asiento del operador del tractor de cadenas, César Vega, en el área del Botadero 64 - Botija (Punto 2), no sobrepasan los niveles normados establecidos en el Reglamento Técnico N° DGNTI-COPANIT-45-2000 (ver imágenes 2.7.6 y 2.7.7).

Tabla 2.7.5. Resultado de Monitoreo de Vibraciones en el Botadero 64 - Botija (Punto 2)

Frecuencia media de la banda terciaria (Hz)	Aceleración en X (m/s ²) Periodo Monitoreo 15 minutos		Aceleración en Y (m/s ²) Periodo de Monitoreo 15 minutos		Aceleración en Z (m/s ²) Periodo de Monitoreo 15 minutos	
	Medido	DGNTI- COPANIT 45-2000	Medido	DGNTI- COPANIT 45-2000	Medido	DGNTI- COPANIT 45-2000
1	0.154	1,270	0.0877	1,270	0.0556	3,560
1,25	0.180	1,270	0.0921	1,270	0.0683	3,180
1,6	0.215	1,270	0.107	1,270	0.104	2,820
2	0.217	1,270	0.139	1,270	0.131	2,510
2,5	0.268	1,580	0.162	1,580	0.192	2,220

Frecuencia media de la banda terciaria (Hz)	Aceleración en X (m/s ²) Periodo Monitoreo 15 minutos		Aceleración en Y (m/s ²) Periodo de Monitoreo 15 minutos		Aceleración en Z (m/s ²) Periodo de Monitoreo 15 minutos	
	Medido	DGNTI- COPANIT 45-2000	Medido	DGNTI- COPANIT 45-2000	Medido	DGNTI- COPANIT 45-2000
3,15	0.262	2,010	0.204	2,010	0.249	1,980
4	0.233	2,540	0.304	2,540	0.307	1,780
5	0.242	3,170	0.388	3,170	0.400	1,780
6,3	0.383	4,010	0.549	4,010	0.589	1,780
8	0.352	5,090	1.14	5,090	0.363	1,780
10	0.264	6,330	1.14	6,330	0.391	2,260
12,5	0.223	7,910	0.543	7,910	0.294	2,830
16	0.176	10,17	0.400	10,17	0.244	3,560
20	0.183	12,66	0.596	12,66	0.208	4,520
25	0.250	15,83	0.741	15,83	0.188	5,650
31,5	0.360	20,07	0.427	20,07	0.183	7,080
40	0.466	25,44	0.329	25,44	0.170	9,040
50	0.569	31,65	0.181	31,65	0.146	11,31
63	0.221	40,13	0.142	40,13	0.131	14,14
80	0.137	50,87	0.0927	50,87	0.0908	17,81

Fuente: CODESA, 2017.



Imágenes 2.7.6 y 2.7.7. Monitoreo de vibración en Botadero 64 - Botija (Punto 2) – tractor de cadenas (978421 N/ 539102 E)

Encofrado Sur – TMF

En la tabla 2.7.6 se observa que los valores obtenidos en la medición realizada en el área del Encofrado Sur - TMF, al trabajador Isaac Guardia - asiento del operador de la excavadora hidráulica (ver imágenes 2.7.8 y 2.7.9), se encuentran por debajo de los valores normados en el Reglamento Técnico de Referencia.

Tabla 2.7.6. Monitoreo de Vibraciones en Encofrado Sur - TMF

Frecuencia media de la banda terciaria (Hz)	Aceleración en X (m/s ²) Periodo de Monitoreo 15 minutos		Aceleración en Y (m/s ²) Periodo de Monitoreo 15 minutos		Aceleración en Z (m/s ²) Periodo de Monitoreo 15 minutos	
	Medido	DGNTI- COPANIT 45-2000	Medido	DGNTI- COPANIT 45-2000	Medido	DGNTI- COPANIT 45-2000
1	0.0846	1,270	0.0166	1,270	0.0187	3,560
1,25	0.0986	1,270	0.0220	1,270	0.0244	3,180
1,6	0.128	1,270	0.0291	1,270	0.0300	2,820
2	0.139	1,270	0.0369	1,270	0.0427	2,510
2,5	0.142	1,580	0.0429	1,580	0.0511	2,220

Frecuencia media de la banda terciaria (Hz)	Aceleración en X (m/s ²) Periodo de Monitoreo 15 minutos		Aceleración en Y (m/s ²) Periodo de Monitoreo 15 minutos		Aceleración en Z (m/s ²) Periodo de Monitoreo 15 minutos	
	Medido	DGNTI- COPANIT 45-2000	Medido	DGNTI- COPANIT 45-2000	Medido	DGNTI- COPANIT 45-2000
3,15	0.141	2,010	0.0629	2,010	0.0605	1,980
4	0.162	2,540	0.0712	2,540	0.0757	1,780
5	0.147	3,170	0.0757	3,170	0.0619	1,780
6,3	0.0950	4,010	0.0600	4,010	0.0583	1,780
8	0.115	5,090	0.0505	5,090	0.0863	1,780
10	0.116	6,330	0.0793	6,330	0.0791	2,260
12,5	0.0753	7,910	0.0694	7,910	0.0557	2,830
16	0.0707	10,17	0.0610	10,17	0.0487	3,560
20	0.0553	12,66	0.0533	12,66	0.0552	4,520
25	0.0691	15,83	0.0831	15,83	0.0461	5,650
31,5	0.0669	20,07	0.0714	20,07	0.0362	7,080
40	0.0784	25,44	0.0712	25,44	0.0414	9,040
50	0.113	31,65	0.0718	31,65	0.0617	11,31
63	0.0649	40,13	0.0523	40,13	0.0190	14,14
80	0.0562	50,87	0.0542	50,87	0.0125	17,81

Fuente: CODESA, 2017.



Imágenes 2.7.8 y 2.7.9. Monitoreo de vibración realizado en el Encofrado Sur - TMF – excavadora hidráulica (981999 N/ 537537 E)

Botadero 64 – Botija (Punto 3)

En la tabla 2.7.7 se observa que los valores obtenidos en la medición realizada en el área del Botadero 64 – Botija (Punto 3), al colaborador Secundino Mañón - operador del tractor de cadenas (ver imágenes 2.7.10 y 2.7.11), se encuentran por debajo de los valores normados en el Reglamento Técnico de Referencia.

Tabla 2.7.7. Resultado de Monitoreo de Vibraciones en Botadero 64 – Botija (Punto 3)

Frecuencia media de la banda terciaria (Hz)	Aceleración en X (m/s ²) Periodo de Monitoreo 15 minutos		Aceleración en Y (m/s ²) Periodo de Monitoreo 15 minutos		Aceleración en Z (m/s ²) Periodo de Monitoreo 15 minutos	
	Medido	DGNTI- COPANIT 45-2000	Medido	DGNTI- COPANIT 45-2000	Medido	DGNTI- COPANIT 45-2000
1	0.163	1,270	0.111	1,270	0.112	3,560
1,25	0.164	1,270	0.143	1,270	0.156	3,180
1,6	0.193	1,270	0.145	1,270	0.234	2,820
2	0.233	1,270	0.153	1,270	0.157	2,510
2,5	0.293	1,580	0.165	1,580	0.199	2,220

Frecuencia media de la banda terciaria (Hz)	Aceleración en X (m/s ²) Periodo de Monitoreo 15 minutos		Aceleración en Y (m/s ²) Periodo de Monitoreo 15 minutos		Aceleración en Z (m/s ²) Periodo de Monitoreo 15 minutos	
	Medido	DGNTI- COPANIT 45-2000	Medido	DGNTI- COPANIT 45-2000	Medido	DGNTI- COPANIT 45-2000
3,15	0.300	2,010	0.226	2,010	0.290	1,980
4	0.264	2,540	0.250	2,540	0.351	1,780
5	0.240	3,170	0.361	3,170	0.394	1,780
6,3	0.225	4,010	0.350	4,010	0.416	1,780
8	0.215	5,090	0.394	5,090	0.256	1,780
10	0.252	6,330	0.350	6,330	0.194	2,260
12,5	0.258	7,910	0.286	7,910	0.129	2,830
16	0.162	10,17	0.334	10,17	0.118	3,560
20	0.161	12,66	0.319	12,66	0.112	4,520
25	0.250	15,83	0.339	15,83	0.0840	5,650
31,5	0.278	20,07	0.340	20,07	0.0771	7,080
40	0.161	25,44	0.193	25,44	0.0835	9,040
50	0.0832	31,65	0.145	31,65	0.0637	11,31
63	0.0755	40,13	0.129	40,13	0.0760	14,14
80	0.0587	50,87	0.0926	50,87	0.0725	17,81

Fuente: CODESA, 2017.



Imágenes 2.7.10 y 2.7.11. Monitoreo de vibración en el Botadero 64 – Botija (Punto 3) – tractor de cadenas (978421 N/ 539102 E)

Área de Almacenamiento de combustible – Puerto

En la tabla 2.7.8 se observa que los valores obtenidos en la medición realizada en el Área de Almacenamiento de combustible - Puerto, al trabajador Euribiades González - operador de la excavadora hidráulica (ver imágenes 2.7.12 y 2.7.13), se encuentran por debajo de los valores normados en el Reglamento Técnico de Referencia.

Tabla 2.7.8. Resultado del Monitoreo de Vibraciones en el Área de Almacenamiento de combustible - Puerto

Frecuencia media de la banda terciaria (Hz)	Aceleración en X (m/s ²) Periodo de Monitoreo 15 minutos		Aceleración en Y (m/s ²) Periodo de Monitoreo 15 minutos		Aceleración en Z (m/s ²) Periodo de Monitoreo 15 minutos	
	Medido	DGNTI- COPANIT 45-2000	Medido	DGNTI- COPANIT 45-2000	Medido	DGNTI- COPANIT 45-2000
1	0.135	1,270	0.0406	1,270	0.0257	3,560
1,25	0.0946	1,270	0.0414	1,270	0.0402	3,180
1,6	0.108	1,270	0.0643	1,270	0.0682	2,820
2	0.139	1,270	0.0991	1,270	0.100	2,510

Frecuencia media de la banda terciaria (Hz)	Aceleración en X (m/s ²) Periodo de Monitoreo 15 minutos		Aceleración en Y (m/s ²) Periodo de Monitoreo 15 minutos		Aceleración en Z (m/s ²) Periodo de Monitoreo 15 minutos	
	Medido	DGNTI- COPANIT 45-2000	Medido	DGNTI- COPANIT 45-2000	Medido	DGNTI- COPANIT 45-2000
2,5	0.153	1,580	0.108	1,580	0.117	2,220
3,15	0.140	2,010	0.129	2,010	0.129	1,980
4	0.136	2,540	0.140	2,540	0.161	1,780
5	0.170	3,170	0.161	3,170	0.123	1,780
6,3	0.164	4,010	0.148	4,010	0.120	1,780
8	0.160	5,090	0.0777	5,090	0.178	1,780
10	0.142	6,330	0.119	6,330	0.190	2,260
12,5	0.117	7,910	0.112	7,910	0.116	2,830
16	0.101	10,17	0.137	10,17	0.0685	3,560
20	0.0793	12,66	0.133	12,66	0.0553	4,520
25	0.0948	15,83	0.113	15,83	0.0425	5,650
31,5	0.117	20,07	0.110	20,07	0.0496	7,080
40	0.0896	25,44	0.0830	25,44	0.0461	9,040
50	0.132	31,65	0.0944	31,65	0.0519	11,31
63	0.125	40,13	0.0944	40,13	0.0516	14,14
80	0.115	50,87	0.103	50,87	0.0377	17,81

Fuente: CODESA, 2017.



Imágenes 2.7.12 y 2.7.13. Monitoreo de vibración en el Área de Almacenamiento de combustible - Puerto – excavadora hidráulica (996164 N/ 533878 E)

Área 45 - Puerto

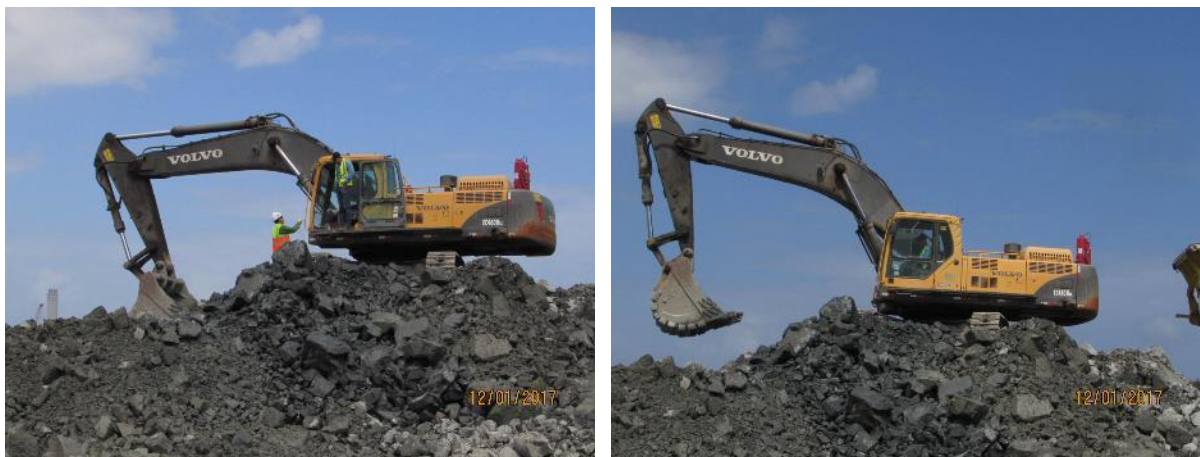
El monitoreo realizado a Gilberto Cedeño (asiento del operador de la excavadora hidráulica) en el Área 45 - Puerto, registró valores por debajo de los límites establecidos en el Reglamento Técnico utilizado como referencia (ver tabla 2.7.9 e imágenes 2.7.14 y 2.7.15).

Tabla 2.7.9. Resultado de Monitoreo de Vibraciones en el Área 45 - Puerto

Frecuencia media de la banda terciaria (Hz)	Aceleración en X (m/s ²) Periodo de Monitoreo 15 minutos		Aceleración en Y (m/s ²) Periodo de Monitoreo 15 minutos		Aceleración en Z (m/s ²) Periodo de Monitoreo 15 minutos	
	Medido	DGNTI- COPANIT 45-2000	Medido	DGNTI- COPANIT 45-2000	Medido	DGNTI- COPANIT 45-2000
1	0.154	1,270	0.0095	1,270	0.0071	3,560
1,25	0.180	1,270	0.0126	1,270	0.0061	3,180
1,6	0.215	1,270	0.0198	1,270	0.0078	2,820
2	0.217	1,270	0.0288	1,270	0.0095	2,510
2,5	0.268	1,580	0.0432	1,580	0.0100	2,220
3,15	0.262	2,010	0.0514	2,010	0.0122	1,980

Frecuencia media de la banda terciaria (Hz)	Aceleración en X (m/s ²) Periodo de Monitoreo 15 minutos		Aceleración en Y (m/s ²) Periodo de Monitoreo 15 minutos		Aceleración en Z (m/s ²) Periodo de Monitoreo 15 minutos	
	Medido	DGNTI- COPANIT 45-2000	Medido	DGNTI- COPANIT 45-2000	Medido	DGNTI- COPANIT 45-2000
4	0.233	2,540	0.0638	2,540	0.0188	1,780
5	0.242	3,170	0.0580	3,170	0.0190	1,780
6,3	0.383	4,010	0.0255	4,010	0.0175	1,780
8	0.352	5,090	0.0193	5,090	0.0223	1,780
10	0.264	6,330	0.0294	6,330	0.0267	2,260
12,5	0.223	7,910	0.0359	7,910	0.0318	2,830
16	0.176	10,17	0.0463	10,17	0.0363	3,560
20	0.183	12,66	0.0692	12,66	0.0342	4,520
25	0.250	15,83	0.0794	15,83	0.0331	5,650
31,5	0.360	20,07	0.0555	20,07	0.0210	7,080
40	0.466	25,44	0.0586	25,44	0.0109	9,040
50	0.569	31,65	0.0707	31,65	0.0113	11,31
63	0.221	40,13	0.0389	40,13	0.0104	14,14
80	0.137	50,87	0.0278	50,87	0.0101	17,81

Fuente: CODESA, 2017.



Imágenes 2.7.14 y 2.7.15. Monitoreo de vibración en el Área 45 - Puerto – excavadora hidráulica (995392 N/ 533763 E)

Planta de Concreto - Puerto

El monitoreo realizado a Leslie Guerra (asiento del operador de la excavadora hidráulica) en la Planta de Concreto - Puerto, registró valores por debajo de los límites establecidos en el Reglamento Técnico utilizado como referencia (ver tabla 2.7.10 e imágenes 2.7.16 y 2.7.17).

Tabla 2.7.10. Resultado de Monitoreo de Vibraciones en la Planta de Concreto - Puerto

Frecuencia media de la banda terciaria (Hz)	Aceleración en X (m/s ²) Periodo de Monitoreo 15 minutos		Aceleración en Y (m/s ²) Periodo de Monitoreo 15 minutos		Aceleración en Z (m/s ²) Periodo de Monitoreo 15 minutos	
	Medido	DGNTI- COPANIT 45-2000	Medido	DGNTI- COPANIT 45-2000	Medido	DGNTI- COPANIT 45-2000
1	0.0386	1,270	0.0110	1,270	0.0100	3,560
1,25	0.0457	1,270	0.0134	1,270	0.0111	3,180
1,6	0.0420	1,270	0.0140	1,270	0.0164	2,820
2	0.0495	1,270	0.0144	1,270	0.0192	2,510
2,5	0.0640	1,580	0.0139	1,580	0.0377	2,220
3,15	0.0752	2,010	0.0149	2,010	0.0290	1,980

Frecuencia media de la banda terciaria (Hz)	Aceleración en X (m/s ²) Periodo de Monitoreo 15 minutos		Aceleración en Y (m/s ²) Periodo de Monitoreo 15 minutos		Aceleración en Z (m/s ²) Periodo de Monitoreo 15 minutos	
	Medido	DGNTI- COPANIT 45-2000	Medido	DGNTI- COPANIT 45-2000	Medido	DGNTI- COPANIT 45-2000
4	0.0912	2,540	0.0187	2,540	0.0373	1,780
5	0.110	3,170	0.0201	3,170	0.0477	1,780
6,3	0.0930	4,010	0.0168	4,010	0.0513	1,780
8	0.0505	5,090	0.0182	5,090	0.0469	1,780
10	0.0440	6,330	0.0246	6,330	0.0587	2,260
12,5	0.0551	7,910	0.0439	7,910	0.0593	2,830
16	0.0944	10,17	0.0754	10,17	0.0758	3,560
20	0.0577	12,66	0.0751	12,66	0.0589	4,520
25	0.0600	15,83	0.0781	15,83	0.0319	5,650
31,5	0.0890	20,07	0.0505	20,07	0.0285	7,080
40	0.0550	25,44	0.0320	25,44	0.0248	9,040
50	0.0945	31,65	0.0385	31,65	0.0280	11,31
63	0.0758	40,13	0.0479	40,13	0.0334	14,14
80	0.0425	50,87	0.0396	50,87	0.0178	17,81

Fuente: CODESA, 2017.



Imágenes 2.7.16 y 2.7.17. Monitoreo de vibración en la Planta de Concreto - Puerto
– excavadora hidráulica (995967 N/ 534029 E)

Turbina 1 – Planta de Generación Eléctrica

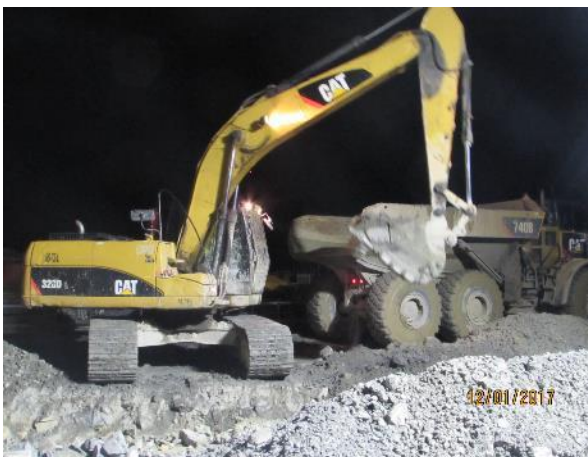
Los niveles de vibraciones monitoreados al operador de la excavadora hidráulica, Francisco Julio, en la Turbina 1 – Planta de Generación Eléctrica se encuentran por debajo del valor máximo establecido en Reglamento Técnico N° DGNTI-COPANIT-45-2000 (ver tabla 2.7.11 e imágenes 2.7.18 y 2.7.19).

Tabla 2.7.11. Resultado de Monitoreo de Vibraciones en la Turbina 1 – Planta de Generación Eléctrica

Frecuencia media de la banda terciaria (Hz)	Aceleración en X (m/s ²) Periodo de Monitoreo 15 minutos		Aceleración en Y (m/s ²) Periodo de Monitoreo 15 minutos		Aceleración en Z (m/s ²) Periodo de Monitoreo 15 minutos	
	Medido	DGNTI- COPANIT 45-2000	Medido	DGNTI- COPANIT 45-2000	Medido	DGNTI- COPANIT 45-2000
1	0.107	1,270	0.0451	1,270	0.0883	3,560
1,25	0.164	1,270	0.0685	1,270	0.121	3,180
1,6	0.225	1,270	0.109	1,270	0.173	2,820
2	0.262	1,270	0.183	1,270	0.230	2,510

Frecuencia media de la banda terciaria (Hz)	Aceleración en X (m/s ²) Periodo de Monitoreo 15 minutos		Aceleración en Y (m/s ²) Periodo de Monitoreo 15 minutos		Aceleración en Z (m/s ²) Periodo de Monitoreo 15 minutos	
	Medido	DGNTI- COPANIT 45-2000	Medido	DGNTI- COPANIT 45-2000	Medido	DGNTI- COPANIT 45-2000
2,5	0.240	1,580	0.230	1,580	0.295	2,220
3,15	0.257	2,010	0.273	2,010	0.335	1,980
4	0.333	2,540	0.392	2,540	0.302	1,780
5	0.468	3,170	0.542	3,170	0.269	1,780
6,3	0.526	4,010	0.358	4,010	0.286	1,780
8	0.415	5,090	0.139	5,090	0.296	1,780
10	0.414	6,330	0.230	6,330	0.313	2,260
12,5	0.295	7,910	0.328	7,910	0.297	2,830
16	0.238	10,17	0.465	10,17	0.273	3,560
20	0.191	12,66	0.430	12,66	0.233	4,520
25	0.193	15,83	0.250	15,83	0.222	5,650
31,5	0.267	20,07	0.212	20,07	0.231	7,080
40	0.225	25,44	0.159	25,44	0.168	9,040
50	0.271	31,65	0.252	31,65	0.164	11,31
63	0.201	40,13	0.275	40,13	0.145	14,14
80	0.184	50,87	0.277	50,87	0.0980	17,81

Fuente: CODESA, 2017.



Imágenes 2.7.18 y 2.7.19. Monitoreo de vibración en la Turbina 1 – Planta de Generación Eléctrica – excavadora hidráulica (996699 N/ 534011 E)

Botadero 10 - TMF

En la tabla 2.7.12 se observa que los valores obtenidos en la medición realizada en el área del Botadero 10 - TMF, al trabajador Jorge Herrera - operador del tractor de cadenas (ver imágenes 2.7.20 y 2.7.21), se encuentran por debajo de los valores normados en el Reglamento Técnico de Referencia.

Tabla 2.7.12. Resultado de Monitoreo de Vibraciones en Botadero 10 - TMF

Frecuencia media de la banda terciaria (Hz)	Aceleración en X (m/s ²) Periodo de Monitoreo 15 minutos		Aceleración en Y (m/s ²) Periodo de Monitoreo 15 minutos		Aceleración en Z (m/s ²) Periodo de Monitoreo 15 minutos	
	Medido	DGNTI- COPANIT 45-2000	Medido	DGNTI- COPANIT 45-2000	Medido	DGNTI- COPANIT 45-2000
1	0.124	1,270	0.156	1,270	0.0408	3,560
1,25	0.159	1,270	0.190	1,270	0.0547	3,180
1,6	0.214	1,270	0.214	1,270	0.0820	2,820
2	0.285	1,270	0.285	1,270	0.149	2,510
2,5	0.285	1,580	0.324	1,580	0.234	2,220

Frecuencia media de la banda terciaria (Hz)	Aceleración en X (m/s ²) Periodo de Monitoreo 15 minutos		Aceleración en Y (m/s ²) Periodo de Monitoreo 15 minutos		Aceleración en Z (m/s ²) Periodo de Monitoreo 15 minutos	
	Medido	DGNTI- COPANIT 45-2000	Medido	DGNTI- COPANIT 45-2000	Medido	DGNTI- COPANIT 45-2000
3,15	0.270	2,010	0.335	2,010	0.321	1,980
4	0.353	2,540	0.286	2,540	0.420	1,780
5	0.414	3,170	0.265	3,170	0.412	1,780
6,3	0.627	4,010	0.318	4,010	0.312	1,780
8	0.796	5,090	0.406	5,090	0.226	1,780
10	0.503	6,330	0.452	6,330	0.240	2,260
12,5	0.221	7,910	0.372	7,910	0.242	2,830
16	0.228	10,17	0.296	10,17	0.261	3,560
20	0.432	12,66	0.332	12,66	0.283	4,520
25	0.524	15,83	0.363	15,83	0.226	5,650
31,5	0.377	20,07	0.352	20,07	0.134	7,080
40	0.219	25,44	0.294	25,44	0.0767	9,040
50	0.134	31,65	0.203	31,65	0.0450	11,31
63	0.127	40,13	0.162	40,13	0.0370	14,14
80	0.0988	50,87	0.125	50,87	0.0259	17,81

Fuente: CODESA, 2017.



Imágenes 2.7.20 y 2.7.21. Monitoreo de vibración en Botadero 10 - TMF – tractor de cadenas (981776 N/ 538263 E)

2.7.7 Conclusión

Los valores medidos en las direcciones espaciales X, Y y Z a los trabajadores expuestos a vibraciones, de las diferentes áreas del Proyecto “Mina de Cobre Panamá” cumplen con el límite máximo establecido en el Reglamento Técnico DGNTI⁵-COPANIT⁶ 45 - 2000; por lo tanto, se concluye que las actividades que realizan los trabajadores no afectan su salud.

2.7.8. Recomendaciones

- Comunicar a los trabajadores al momento de iniciar la relación obrero patronal, sobre las posibles alteraciones de la salud, debido a la exposición de vibraciones en el área de trabajo.
- Mantener el monitoreo de los niveles de vibraciones de las maquinarias que se encuentran en el Proyecto.

⁵ DGNTI: Dirección General de Normas y Tecnología Industrial

⁶ COPANIT: Comisión Panameña de Normas Industriales y Técnicas

2.7.9. Bibliografía

ISO (Organización Internacional de Normalización). 1997. Norma ISO 2631-1:1997 Vibraciones y choques mecánicos. Guía para la estimación de la exposición de los individuos a vibraciones globales del cuerpo. Parte 1: Requerimientos generales.

MICI (Ministerio de Comercio e Industrias). 2000. Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 45. Higiene y Seguridad Industrial. Condiciones de Higiene y Seguridad en Ambientes de Trabajo donde se generen Vibraciones. República de Panamá. Gaceta Oficial 24163, miércoles 18 de octubre de 2000. pp. 8-18. Disponible en: http://www.cnpml.org.pa/cnpml/leyes_normas/copanit_45_2000_vibraciones.pdf .

OIT (Organización Internacional del Trabajo). 2001. Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo de la OIT. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales de España. Tercera Edición, pp. 50.1-50.17. Disponible en: <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/EnciclopediaOIT/tomo2/50.pdf>

Pichardo, G. & Jiménez, M. 2007. Vibraciones y Salud en el trabajo. Revisión Bibliográfica. México. 16 p. Disponible en: http://exposicionesvirtuales.com/so_images/7597/vibraciones.pdf

Anexos

Anexo 2.7.1. Data generada por el equipo durante las mediciones

Taller de Mantenimiento Botija (Edwin Jurado) – Compactadora

X

Data	Value	Unit
Spectrum		
0.8Hz	0.123	m/s ²
1Hz	0.146	m/s ²
1.25Hz	0.173	m/s ²
1.6Hz	0.192	m/s ²
2Hz	0.215	m/s ²
2.5Hz	0.245	m/s ²
3.15Hz	0.239	m/s ²
4Hz	0.506	m/s ²
5Hz	0.577	m/s ²
6.3Hz	0.410	m/s ²
8Hz	0.155	m/s ²
10Hz	0.178	m/s ²
12.5Hz	0.219	m/s ²
16Hz	0.198	m/s ²
20Hz	0.175	m/s ²
25Hz	0.209	m/s ²
31.5Hz	0.442	m/s ²
40Hz	0.270	m/s ²
50Hz	0.118	m/s ²
63Hz	9.80E-2	m/s ²
80Hz	0.120	m/s ²

Y

Data	Value	Unit
Spectrum		
0.8Hz	0.207	m/s ²
1Hz	0.303	m/s ²
1.25Hz	0.207	m/s ²
1.6Hz	0.138	m/s ²
2Hz	0.181	m/s ²
2.5Hz	0.202	m/s ²
3.15Hz	0.331	m/s ²
4Hz	0.226	m/s ²
5Hz	0.201	m/s ²
6.3Hz	0.191	m/s ²
8Hz	0.231	m/s ²
10Hz	0.178	m/s ²
12.5Hz	0.155	m/s ²
16Hz	0.168	m/s ²
20Hz	0.129	m/s ²
25Hz	0.129	m/s ²
31.5Hz	0.153	m/s ²
40Hz	0.116	m/s ²
50Hz	8.24E-2	m/s ²
63Hz	7.57E-2	m/s ²
80Hz	7.77E-2	m/s ²
100Hz	7.68E-2	m/s ²
125Hz	6.83E-2	m/s ²
160Hz	5.64E-2	m/s ²

Z

Data	Value	Unit
Spectrum		
0.8Hz	4.32E-2	m/s ²
1Hz	6.24E-2	m/s ²
1.25Hz	6.67E-2	m/s ²
1.6Hz	8.32E-2	m/s ²
2Hz	0.151	m/s ²
2.5Hz	0.352	m/s ²
3.15Hz	0.370	m/s ²
4Hz	0.471	m/s ²
5Hz	0.430	m/s ²
6.3Hz	0.266	m/s ²
8Hz	0.149	m/s ²
10Hz	0.153	m/s ²
12.5Hz	0.139	m/s ²
16Hz	0.118	m/s ²
20Hz	0.117	m/s ²
25Hz	9.13E-2	m/s ²
31.5Hz	0.182	m/s ²
40Hz	8.25E-2	m/s ²
50Hz	3.82E-2	m/s ²
63Hz	3.29E-2	m/s ²
80Hz	2.72E-2	m/s ²
100Hz	1.59E-2	m/s ²
125Hz	1.61E-2	m/s ²
160Hz	1.28E-2	m/s ²

Botadero 64 – Botija (Indra Artola) - Tractor de cadenas 1

X

Data	Value	Unit
Spectrum		
0.8Hz	0.108	m/s ²
1Hz	0.112	m/s ²
1.25Hz	0.121	m/s ²
1.6Hz	0.137	m/s ²
2Hz	0.164	m/s ²
2.5Hz	0.208	m/s ²
3.15Hz	0.202	m/s ²
4Hz	0.170	m/s ²
5Hz	0.159	m/s ²
6.3Hz	0.197	m/s ²
8Hz	0.238	m/s ²
10Hz	0.227	m/s ²
12.5Hz	0.147	m/s ²
16Hz	0.126	m/s ²
20Hz	0.191	m/s ²
25Hz	0.171	m/s ²
31.5Hz	0.163	m/s ²
40Hz	0.294	m/s ²
50Hz	9.56E-2	m/s ²
63Hz	8.41E-2	m/s ²
80Hz	5.45E-2	m/s ²

Y

Data	Value	Unit
Spectrum		
0.8Hz	9.19E-2	m/s ²
1Hz	8.56E-2	m/s ²
1.25Hz	9.70E-2	m/s ²
1.6Hz	0.115	m/s ²
2Hz	0.168	m/s ²
2.5Hz	0.217	m/s ²
3.15Hz	0.212	m/s ²
4Hz	0.182	m/s ²
5Hz	0.173	m/s ²
6.3Hz	0.198	m/s ²
8Hz	0.242	m/s ²
10Hz	0.263	m/s ²
12.5Hz	0.192	m/s ²
16Hz	0.151	m/s ²
20Hz	0.199	m/s ²
25Hz	0.191	m/s ²
31.5Hz	0.156	m/s ²
40Hz	0.434	m/s ²
50Hz	0.107	m/s ²
63Hz	5.80E-2	m/s ²
80Hz	4.30E-2	m/s ²
100Hz	3.19E-2	m/s ²
125Hz	3.63E-2	m/s ²
160Hz	2.77E-2	m/s ²

Z

Data	Value	Unit
Spectrum		
0.8Hz	3.96E-2	m/s ²
1Hz	4.79E-2	m/s ²
1.25Hz	6.66E-2	m/s ²
1.6Hz	8.45E-2	m/s ²
2Hz	0.106	m/s ²
2.5Hz	0.167	m/s ²
3.15Hz	0.157	m/s ²
4Hz	0.167	m/s ²
5Hz	0.211	m/s ²
6.3Hz	0.269	m/s ²
8Hz	0.211	m/s ²
10Hz	0.210	m/s ²
12.5Hz	0.173	m/s ²
16Hz	0.165	m/s ²
20Hz	0.135	m/s ²
25Hz	9.86E-2	m/s ²
31.5Hz	9.35E-2	m/s ²
40Hz	9.85E-2	m/s ²
50Hz	4.30E-2	m/s ²
63Hz	3.88E-2	m/s ²
80Hz	2.66E-2	m/s ²
100Hz	1.63E-2	m/s ²
125Hz	1.77E-2	m/s ²
160Hz	1.50E-2	m/s ²
200Hz	1.55E-2	m/s ²
250Hz	1.43E-2	m/s ²
315Hz	1.28E-2	m/s ²

Botadero 64 – Botija (César Vega) - Tractor de cadenas 2

X

Data	Value	Unit
Spectrum		
0.8Hz	0.156	m/s ²
1Hz	0.154	m/s ²
1.25Hz	0.180	m/s ²
1.6Hz	0.215	m/s ²
2Hz	0.217	m/s ²
2.5Hz	0.268	m/s ²
3.15Hz	0.262	m/s ²
4Hz	0.233	m/s ²
5Hz	0.242	m/s ²
6.3Hz	0.383	m/s ²
8Hz	0.352	m/s ²
10Hz	0.264	m/s ²
12.5Hz	0.223	m/s ²
16Hz	0.176	m/s ²
20Hz	0.183	m/s ²
25Hz	0.250	m/s ²
31.5Hz	0.360	m/s ²
40Hz	0.466	m/s ²
50Hz	0.569	m/s ²
63Hz	0.221	m/s ²
80Hz	0.137	m/s ²
100Hz	0.103	m/s ²
125Hz	9.07E-2	m/s ²
160Hz	6.11E-2	m/s ²
200Hz	6.19E-2	m/s ²
250Hz	3.98E-2	m/s ²

Y

Data	Value	Unit
Spectrum		
0.8Hz	6.96E-2	m/s ²
1Hz	8.77E-2	m/s ²
1.25Hz	9.21E-2	m/s ²
1.6Hz	0.107	m/s ²
2Hz	0.139	m/s ²
2.5Hz	0.162	m/s ²
3.15Hz	0.204	m/s ²
4Hz	0.304	m/s ²
5Hz	0.388	m/s ²
6.3Hz	0.549	m/s ²
8Hz	1.14	m/s ²
10Hz	1.14	m/s ²
12.5Hz	0.543	m/s ²
16Hz	0.400	m/s ²
20Hz	0.596	m/s ²
25Hz	0.741	m/s ²
31.5Hz	0.427	m/s ²
40Hz	0.329	m/s ²
50Hz	0.181	m/s ²
63Hz	0.142	m/s ²
80Hz	9.27E-2	m/s ²
100Hz	7.28E-2	m/s ²
125Hz	5.38E-2	m/s ²
160Hz	5.02E-2	m/s ²

Z

Data	Value	Unit
Spectrum		
0.8Hz	4.26E-2	m/s ²
1Hz	5.56E-2	m/s ²
1.25Hz	6.83E-2	m/s ²
1.6Hz	0.104	m/s ²
2Hz	0.131	m/s ²
2.5Hz	0.192	m/s ²
3.15Hz	0.249	m/s ²
4Hz	0.307	m/s ²
5Hz	0.400	m/s ²
6.3Hz	0.589	m/s ²
8Hz	0.363	m/s ²
10Hz	0.391	m/s ²
12.5Hz	0.294	m/s ²
16Hz	0.244	m/s ²
20Hz	0.208	m/s ²
25Hz	0.188	m/s ²
31.5Hz	0.183	m/s ²
40Hz	0.170	m/s ²
50Hz	0.146	m/s ²
63Hz	0.131	m/s ²
80Hz	9.08E-2	m/s ²

Encofrado Sur – TMF (Isaac Guardia) – Excavadora hidráulica

X

Data	Value	Unit
Spectrum		
0.8Hz	5.06E-2	m/s ²
1Hz	8.46E-2	m/s ²
1.25Hz	9.86E-2	m/s ²
1.6Hz	0.128	m/s ²
2Hz	0.139	m/s ²
2.5Hz	0.142	m/s ²
3.15Hz	0.141	m/s ²
4Hz	0.162	m/s ²
5Hz	0.147	m/s ²
6.3Hz	9.50E-2	m/s ²
8Hz	0.115	m/s ²
10Hz	0.116	m/s ²
12.5Hz	7.53E-2	m/s ²
16Hz	7.07E-2	m/s ²
20Hz	5.53E-2	m/s ²
25Hz	6.91E-2	m/s ²
31.5Hz	6.69E-2	m/s ²
40Hz	7.84E-2	m/s ²
50Hz	0.113	m/s ²
63Hz	6.49E-2	m/s ²
80Hz	5.62E-2	m/s ²
100Hz	6.43E-2	m/s ²
125Hz	5.67E-2	m/s ²
160Hz	5.69E-2	m/s ²

Y

Data	Value	Unit
Spectrum		
0.8Hz	2.23E-2	m/s ²
1Hz	1.66E-2	m/s ²
1.25Hz	2.20E-2	m/s ²
1.6Hz	2.91E-2	m/s ²
2Hz	3.69E-2	m/s ²
2.5Hz	4.29E-2	m/s ²
3.15Hz	6.29E-2	m/s ²
4Hz	7.12E-2	m/s ²
5Hz	7.57E-2	m/s ²
6.3Hz	6.00E-2	m/s ²
8Hz	5.05E-2	m/s ²
10Hz	7.93E-2	m/s ²
12.5Hz	6.94E-2	m/s ²
16Hz	6.10E-2	m/s ²
20Hz	5.33E-2	m/s ²
25Hz	8.31E-2	m/s ²
31.5Hz	7.14E-2	m/s ²
40Hz	7.12E-2	m/s ²
50Hz	7.18E-2	m/s ²
63Hz	5.23E-2	m/s ²
80Hz	5.42E-2	m/s ²
100Hz	4.41E-2	m/s ²
125Hz	3.33E-2	m/s ²
160Hz	2.34E-2	m/s ²

Z

Data	Value	Unit
Spectrum		
0.8Hz	1.38E-2	m/s ²
1Hz	1.87E-2	m/s ²
1.25Hz	2.44E-2	m/s ²
1.6Hz	3.00E-2	m/s ²
2Hz	4.27E-2	m/s ²
2.5Hz	5.11E-2	m/s ²
3.15Hz	6.05E-2	m/s ²
4Hz	7.57E-2	m/s ²
5Hz	6.19E-2	m/s ²
6.3Hz	5.83E-2	m/s ²
8Hz	8.63E-2	m/s ²
10Hz	7.91E-2	m/s ²
12.5Hz	5.57E-2	m/s ²
16Hz	4.87E-2	m/s ²
20Hz	5.52E-2	m/s ²
25Hz	4.61E-2	m/s ²
31.5Hz	3.62E-2	m/s ²
40Hz	4.14E-2	m/s ²
50Hz	6.17E-2	m/s ²
63Hz	1.90E-2	m/s ²
80Hz	1.25E-2	m/s ²
100Hz	1.54E-2	m/s ²
125Hz	1.62E-2	m/s ²
160Hz	1.39E-2	m/s ²

Botadero 64 – Botija (Secundino Meñón) – Tractor de cadenas 3

X

Data	Value	Unit
Spectrum		
0.8Hz	0.146	m/s ²
1Hz	0.163	m/s ²
1.25Hz	0.164	m/s ²
1.6Hz	0.193	m/s ²
2Hz	0.233	m/s ²
2.5Hz	0.293	m/s ²
3.15Hz	0.300	m/s ²
4Hz	0.264	m/s ²
5Hz	0.240	m/s ²
6.3Hz	0.225	m/s ²
8Hz	0.215	m/s ²
10Hz	0.252	m/s ²
12.5Hz	0.258	m/s ²
16Hz	0.162	m/s ²
20Hz	0.161	m/s ²
25Hz	0.250	m/s ²
31.5Hz	0.278	m/s ²
40Hz	0.161	m/s ²
50Hz	8.32E-2	m/s ²
63Hz	7.55E-2	m/s ²
80Hz	5.87E-2	m/s ²
100Hz	3.99E-2	m/s ²
125Hz	2.63E-2	m/s ²
160Hz	2.41E-2	m/s ²
200Hz	2.23E-2	m/s ²
250Hz	1.92E-2	m/s ²
315Hz	2.02E-2	m/s ²

Y

Data	Value	Unit
Spectrum		
0.8Hz	9.73E-2	m/s ²
1Hz	0.111	m/s ²
1.25Hz	0.143	m/s ²
1.6Hz	0.145	m/s ²
2Hz	0.153	m/s ²
2.5Hz	0.165	m/s ²
3.15Hz	0.226	m/s ²
4Hz	0.250	m/s ²
5Hz	0.361	m/s ²
6.3Hz	0.350	m/s ²
8Hz	0.394	m/s ²
10Hz	0.350	m/s ²
12.5Hz	0.286	m/s ²
16Hz	0.334	m/s ²
20Hz	0.319	m/s ²
25Hz	0.339	m/s ²
31.5Hz	0.340	m/s ²
40Hz	0.193	m/s ²
50Hz	0.145	m/s ²
63Hz	0.129	m/s ²
80Hz	9.26E-2	m/s ²
100Hz	6.61E-2	m/s ²
125Hz	6.36E-2	m/s ²
160Hz	5.36E-2	m/s ²
200Hz	4.02E-2	m/s ²
250Hz	3.07E-2	m/s ²
315Hz	2.37E-2	m/s ²

Z

Data	Value	Unit
Spectrum		
0.8Hz	0.108	m/s ²
1Hz	0.112	m/s ²
1.25Hz	0.156	m/s ²
1.6Hz	0.234	m/s ²
2Hz	0.157	m/s ²
2.5Hz	0.199	m/s ²
3.15Hz	0.290	m/s ²
4Hz	0.351	m/s ²
5Hz	0.394	m/s ²
6.3Hz	0.416	m/s ²
8Hz	0.256	m/s ²
10Hz	0.194	m/s ²
12.5Hz	0.129	m/s ²
16Hz	0.118	m/s ²
20Hz	0.112	m/s ²
25Hz	8.40E-2	m/s ²
31.5Hz	7.71E-2	m/s ²
40Hz	8.35E-2	m/s ²
50Hz	6.37E-2	m/s ²
63Hz	7.60E-2	m/s ²
80Hz	7.25E-2	m/s ²
100Hz	4.95E-2	m/s ²
125Hz	4.14E-2	m/s ²
160Hz	2.94E-2	m/s ²

Área de Almacenamiento de Combustible – Puerto (Euribiades González) – Excavadora hidráulica

X

Data	Value	Unit
Spectrum		
0.8Hz	8.34E-2	m/s ²
1Hz	0.135	m/s ²
1.25Hz	9.46E-2	m/s ²
1.6Hz	0.108	m/s ²
2Hz	0.139	m/s ²
2.5Hz	0.153	m/s ²
3.15Hz	0.140	m/s ²
4Hz	0.136	m/s ²
5Hz	0.170	m/s ²
6.3Hz	0.164	m/s ²
8Hz	0.160	m/s ²
10Hz	0.142	m/s ²
12.5Hz	0.117	m/s ²
16Hz	0.101	m/s ²
20Hz	7.93E-2	m/s ²
25Hz	9.48E-2	m/s ²
31.5Hz	0.117	m/s ²
40Hz	8.96E-2	m/s ²
50Hz	0.132	m/s ²
63Hz	0.125	m/s ²
80Hz	0.115	m/s ²

Y

Data	Value	Unit
Spectrum		
0.8Hz	4.15E-2	m/s ²
1Hz	4.06E-2	m/s ²
1.25Hz	4.14E-2	m/s ²
1.6Hz	6.43E-2	m/s ²
2Hz	9.91E-2	m/s ²
2.5Hz	0.108	m/s ²
3.15Hz	0.129	m/s ²
4Hz	0.140	m/s ²
5Hz	0.161	m/s ²
6.3Hz	0.148	m/s ²
8Hz	7.77E-2	m/s ²
10Hz	0.119	m/s ²
12.5Hz	0.112	m/s ²
16Hz	0.137	m/s ²
20Hz	0.133	m/s ²
25Hz	0.113	m/s ²
31.5Hz	0.110	m/s ²
40Hz	8.30E-2	m/s ²
50Hz	9.44E-2	m/s ²
63Hz	9.44E-2	m/s ²
80Hz	0.103	m/s ²
100Hz	0.102	m/s ²
125Hz	9.99E-2	m/s ²
160Hz	5.21E-2	m/s ²
200Hz	3.94E-2	m/s ²
250Hz	3.36E-2	m/s ²

Z

Data	Value	Unit
Spectrum		
0.8Hz	1.96E-2	m/s ²
1Hz	2.57E-2	m/s ²
1.25Hz	4.02E-2	m/s ²
1.6Hz	6.82E-2	m/s ²
2Hz	0.100	m/s ²
2.5Hz	0.117	m/s ²
3.15Hz	0.129	m/s ²
4Hz	0.161	m/s ²
5Hz	0.123	m/s ²
6.3Hz	0.120	m/s ²
8Hz	0.178	m/s ²
10Hz	0.190	m/s ²
12.5Hz	0.116	m/s ²
16Hz	6.85E-2	m/s ²
20Hz	5.53E-2	m/s ²
25Hz	4.25E-2	m/s ²
31.5Hz	4.96E-2	m/s ²
40Hz	4.61E-2	m/s ²
50Hz	5.19E-2	m/s ²
63Hz	5.16E-2	m/s ²
80Hz	3.77E-2	m/s ²
100Hz	3.82E-2	m/s ²
125Hz	4.17E-2	m/s ²
160Hz	2.72E-2	m/s ²

Área 45 – Puerto (Gilberto Cedeño) – Excavadora hidráulica

X

Data	Value	Unit
Spectrum		
0.8Hz	0.156	m/s ²
1Hz	0.154	m/s ²
1.25Hz	0.180	m/s ²
1.6Hz	0.215	m/s ²
2Hz	0.217	m/s ²
2.5Hz	0.268	m/s ²
3.15Hz	0.262	m/s ²
4Hz	0.233	m/s ²
5Hz	0.242	m/s ²
6.3Hz	0.383	m/s ²
8Hz	0.352	m/s ²
10Hz	0.264	m/s ²
12.5Hz	0.223	m/s ²
16Hz	0.176	m/s ²
20Hz	0.183	m/s ²
25Hz	0.250	m/s ²
31.5Hz	0.360	m/s ²
40Hz	0.466	m/s ²
50Hz	0.569	m/s ²
63Hz	0.221	m/s ²
80Hz	0.137	m/s ²
100Hz	0.103	m/s ²
125Hz	9.07E-2	m/s ²
160Hz	6.11E-2	m/s ²

Y

Data	Value	Unit
Spectrum		
0.8Hz	8.57E-3	m/s ²
1Hz	9.47E-3	m/s ²
1.25Hz	1.26E-2	m/s ²
1.6Hz	1.98E-2	m/s ²
2Hz	2.88E-2	m/s ²
2.5Hz	4.32E-2	m/s ²
3.15Hz	5.14E-2	m/s ²
4Hz	6.38E-2	m/s ²
5Hz	5.80E-2	m/s ²
6.3Hz	2.55E-2	m/s ²
8Hz	1.93E-2	m/s ²
10Hz	2.94E-2	m/s ²
12.5Hz	3.59E-2	m/s ²
16Hz	4.63E-2	m/s ²
20Hz	6.92E-2	m/s ²
25Hz	7.94E-2	m/s ²
31.5Hz	5.55E-2	m/s ²
40Hz	5.86E-2	m/s ²
50Hz	7.07E-2	m/s ²
63Hz	3.89E-2	m/s ²
80Hz	2.78E-2	m/s ²
100Hz	2.23E-2	m/s ²
125Hz	2.19E-2	m/s ²
160Hz	1.82E-2	m/s ²

Z

Data	Value	Unit
Spectrum		
0.8Hz	8.17E-3	m/s ²
1Hz	7.10E-3	m/s ²
1.25Hz	6.09E-3	m/s ²
1.6Hz	7.78E-3	m/s ²
2Hz	9.54E-3	m/s ²
2.5Hz	1.00E-2	m/s ²
3.15Hz	1.22E-2	m/s ²
4Hz	1.88E-2	m/s ²
5Hz	1.90E-2	m/s ²
6.3Hz	1.75E-2	m/s ²
8Hz	2.23E-2	m/s ²
10Hz	2.67E-2	m/s ²
12.5Hz	3.18E-2	m/s ²
16Hz	3.63E-2	m/s ²
20Hz	3.42E-2	m/s ²
25Hz	3.31E-2	m/s ²
31.5Hz	2.10E-2	m/s ²
40Hz	1.09E-2	m/s ²
50Hz	1.13E-2	m/s ²
63Hz	1.04E-2	m/s ²
80Hz	1.01E-2	m/s ²
100Hz	9.30E-3	m/s ²
125Hz	1.07E-2	m/s ²
160Hz	9.25E-3	m/s ²
200Hz	1.02E-2	m/s ²
250Hz	1.18E-2	m/s ²

Planta de Concreto – Puerto (Leslie Guerra) – Excavadora hidráulica

X

Data	Value	Unit
Spectrum		
0.8Hz	3.43E-2	m/s ²
1Hz	3.86E-2	m/s ²
1.25Hz	4.57E-2	m/s ²
1.6Hz	4.20E-2	m/s ²
2Hz	4.95E-2	m/s ²
2.5Hz	6.40E-2	m/s ²
3.15Hz	7.52E-2	m/s ²
4Hz	9.12E-2	m/s ²
5Hz	0.110	m/s ²
6.3Hz	9.30E-2	m/s ²
8Hz	5.05E-2	m/s ²
10Hz	4.40E-2	m/s ²
12.5Hz	5.51E-2	m/s ²
16Hz	9.44E-2	m/s ²
20Hz	5.77E-2	m/s ²
25Hz	6.00E-2	m/s ²
31.5Hz	8.90E-2	m/s ²
40Hz	5.50E-2	m/s ²
50Hz	9.45E-2	m/s ²
63Hz	7.58E-2	m/s ²
80Hz	4.25E-2	m/s ²
100Hz	3.45E-2	m/s ²
125Hz	2.16E-2	m/s ²

Y

Data	Value	Unit
Spectrum		
0.8Hz	9.17E-3	m/s ²
1Hz	1.10E-2	m/s ²
1.25Hz	1.34E-2	m/s ²
1.6Hz	1.40E-2	m/s ²
2Hz	1.44E-2	m/s ²
2.5Hz	1.39E-2	m/s ²
3.15Hz	1.49E-2	m/s ²
4Hz	1.87E-2	m/s ²
5Hz	2.01E-2	m/s ²
6.3Hz	1.68E-2	m/s ²
8Hz	1.82E-2	m/s ²
10Hz	2.46E-2	m/s ²
12.5Hz	4.39E-2	m/s ²
16Hz	7.54E-2	m/s ²
20Hz	7.51E-2	m/s ²
25Hz	7.81E-2	m/s ²
31.5Hz	5.05E-2	m/s ²
40Hz	3.20E-2	m/s ²
50Hz	3.85E-2	m/s ²
63Hz	4.79E-2	m/s ²
80Hz	3.96E-2	m/s ²
100Hz	2.82E-2	m/s ²
125Hz	2.72E-2	m/s ²

Z

Data	Value	Unit
Spectrum		
0.8Hz	1.09E-2	m/s ²
1Hz	1.00E-2	m/s ²
1.25Hz	1.11E-2	m/s ²
1.6Hz	1.64E-2	m/s ²
2Hz	1.92E-2	m/s ²
2.5Hz	3.77E-2	m/s ²
3.15Hz	2.90E-2	m/s ²
4Hz	3.73E-2	m/s ²
5Hz	4.77E-2	m/s ²
6.3Hz	5.13E-2	m/s ²
8Hz	4.69E-2	m/s ²
10Hz	5.87E-2	m/s ²
12.5Hz	5.93E-2	m/s ²
16Hz	7.58E-2	m/s ²
20Hz	5.89E-2	m/s ²
25Hz	3.19E-2	m/s ²
31.5Hz	2.85E-2	m/s ²
40Hz	2.48E-2	m/s ²
50Hz	2.80E-2	m/s ²
63Hz	3.34E-2	m/s ²
80Hz	1.78E-2	m/s ²
100Hz	1.65E-2	m/s ²
125Hz	1.29E-2	m/s ²
160Hz	1.10E-2	m/s ²
200Hz	1.10E-2	m/s ²
250Hz	1.17E-2	m/s ²

Planta de Generación Eléctrica – Turbina 1 (Francisco Julio) – Excavadora hidráulica

X

Data	Value	Unit
Spectrum		
0.8Hz	0.100	m/s ²
1Hz	0.107	m/s ²
1.25Hz	0.164	m/s ²
1.6Hz	0.225	m/s ²
2Hz	0.262	m/s ²
2.5Hz	0.240	m/s ²
3.15Hz	0.257	m/s ²
4Hz	0.333	m/s ²
5Hz	0.468	m/s ²
6.3Hz	0.526	m/s ²
8Hz	0.415	m/s ²
10Hz	0.414	m/s ²
12.5Hz	0.295	m/s ²
16Hz	0.238	m/s ²
20Hz	0.191	m/s ²
25Hz	0.193	m/s ²
31.5Hz	0.267	m/s ²
40Hz	0.225	m/s ²
50Hz	0.271	m/s ²
63Hz	0.201	m/s ²
80Hz	0.184	m/s ²
100Hz	0.231	m/s ²
125Hz	0.183	m/s ²
160Hz	0.170	m/s ²

Y

Data	Value	Unit
Spectrum		
0.8Hz	4.14E-2	m/s ²
1Hz	4.51E-2	m/s ²
1.25Hz	6.85E-2	m/s ²
1.6Hz	0.109	m/s ²
2Hz	0.183	m/s ²
2.5Hz	0.230	m/s ²
3.15Hz	0.273	m/s ²
4Hz	0.392	m/s ²
5Hz	0.542	m/s ²
6.3Hz	0.358	m/s ²
8Hz	0.139	m/s ²
10Hz	0.230	m/s ²
12.5Hz	0.328	m/s ²
16Hz	0.465	m/s ²
20Hz	0.430	m/s ²
25Hz	0.250	m/s ²
31.5Hz	0.212	m/s ²
40Hz	0.159	m/s ²
50Hz	0.252	m/s ²
63Hz	0.275	m/s ²
80Hz	0.277	m/s ²
100Hz	0.274	m/s ²
125Hz	0.208	m/s ²

Z

Data	Value	Unit
Spectrum		
0.8Hz	6.28E-2	m/s ²
1Hz	8.83E-2	m/s ²
1.25Hz	0.121	m/s ²
1.6Hz	0.173	m/s ²
2Hz	0.230	m/s ²
2.5Hz	0.295	m/s ²
3.15Hz	0.335	m/s ²
4Hz	0.302	m/s ²
5Hz	0.269	m/s ²
6.3Hz	0.286	m/s ²
8Hz	0.296	m/s ²
10Hz	0.313	m/s ²
12.5Hz	0.297	m/s ²
16Hz	0.273	m/s ²
20Hz	0.233	m/s ²
25Hz	0.222	m/s ²
31.5Hz	0.231	m/s ²
40Hz	0.168	m/s ²
50Hz	0.164	m/s ²
63Hz	0.145	m/s ²
80Hz	9.80E-2	m/s ²
100Hz	8.32E-2	m/s ²
125Hz	6.14E-2	m/s ²

Botadero 10 – TMF (Jorge Herrera) – Tractor de cadenas

X

Data	Value	Unit
Spectrum		
0.8Hz	9.81E-2	m/s ²
1Hz	0.124	m/s ²
1.25Hz	0.159	m/s ²
1.6Hz	0.214	m/s ²
2Hz	0.285	m/s ²
2.5Hz	0.285	m/s ²
3.15Hz	0.270	m/s ²
4Hz	0.353	m/s ²
5Hz	0.414	m/s ²
6.3Hz	0.627	m/s ²
8Hz	0.796	m/s ²
10Hz	0.503	m/s ²
12.5Hz	0.221	m/s ²
16Hz	0.228	m/s ²
20Hz	0.432	m/s ²
25Hz	0.524	m/s ²
31.5Hz	0.377	m/s ²
40Hz	0.219	m/s ²
50Hz	0.134	m/s ²
63Hz	0.127	m/s ²
80Hz	9.88E-2	m/s ²
100Hz	7.13E-2	m/s ²
125Hz	6.15E-2	m/s ²
160Hz	6.46E-2	m/s ²
200Hz	6.46E-2	m/s ²
250Hz	5.55E-2	m/s ²
315Hz	3.26E-2	m/s ²

Y

Data	Value	Unit
Spectrum		
0.8Hz	0.150	m/s ²
1Hz	0.156	m/s ²
1.25Hz	0.190	m/s ²
1.6Hz	0.214	m/s ²
2Hz	0.285	m/s ²
2.5Hz	0.324	m/s ²
3.15Hz	0.335	m/s ²
4Hz	0.286	m/s ²
5Hz	0.265	m/s ²
6.3Hz	0.318	m/s ²
8Hz	0.406	m/s ²
10Hz	0.452	m/s ²
12.5Hz	0.372	m/s ²
16Hz	0.296	m/s ²
20Hz	0.332	m/s ²
25Hz	0.363	m/s ²
31.5Hz	0.352	m/s ²
40Hz	0.294	m/s ²
50Hz	0.203	m/s ²
63Hz	0.162	m/s ²
80Hz	0.125	m/s ²

Z

Data	Value	Unit
Spectrum		
0.8Hz	4.55E-2	m/s ²
1Hz	4.08E-2	m/s ²
1.25Hz	5.47E-2	m/s ²
1.6Hz	8.20E-2	m/s ²
2Hz	0.149	m/s ²
2.5Hz	0.234	m/s ²
3.15Hz	0.321	m/s ²
4Hz	0.420	m/s ²
5Hz	0.412	m/s ²
6.3Hz	0.312	m/s ²
8Hz	0.226	m/s ²
10Hz	0.240	m/s ²
12.5Hz	0.242	m/s ²
16Hz	0.261	m/s ²
20Hz	0.283	m/s ²
25Hz	0.226	m/s ²
31.5Hz	0.134	m/s ²
40Hz	7.67E-2	m/s ²
50Hz	4.50E-2	m/s ²
63Hz	3.70E-2	m/s ²
80Hz	2.59E-2	m/s ²
100Hz	2.15E-2	m/s ²
125Hz	1.96E-2	m/s ²
160Hz	1.86E-2	m/s ²

Anexo 2.7.2. Certificado de calibración del equipo



CALILAB - LABORATORIO DE CALIBRACIÓN Y ENSAYOS
RBC - REDE BRASILEIRA
DE CALIBRAÇÃO



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N°: RBC5-9688-666

1- CLIENTE/ INSTRUMENTO

Fecha de la Calibración: 11/07/2016
Proceso: 10564

Nombre: Corporación de Desarrollo Ambiental S.A.
Dirección: Calle 74 Oeste - Edificio Plaza Aventura, local M-23 El Dorado - Ciudad de Panamá - Panamá
Instrumentos: Vibrómetro
Fabricante: Casella Cel
Modelo: Cel 960
Número de Serie: 20152
Identificación: EQC 0060

Acelerómetro
Casella Cel
Cel-960ACC2

20101

2- PATRONES E INSTRUMENTACIÓN

Descripción	Código	Certificados:	Emisor:
Acelerómetro	P172	DMC 1897/2013	INMETRO
Sistema de Adquisición	P182	RBC 16/0380	RBC
Amplificador	P187		Sistema de Adquisición
Shaker	P189		Generador (test dinámico)
Generador de ruido	P200		Termómetro
Convertidor Carga/CCP	P184		Higrómetro

3- INFORMACIONES DE LA CALIBRACIÓN

Procedimiento: IT-943: Método de calibración de medidor de vibración de acuerdo con la norma ISO 10063-21 - Method for the calibration of vibration and shock transducers - Part 21: Vibration calibration by comparison to a reference transducer. Respuesta eléctrica de acuerdo con el ISO 8041 - Human response to vibration - Measuring instrumentation etc. con la ISO 2554 - Mechanical vibration of rotating and reciprocating machinery - Requirements for instruments for measuring vibration severity, como aplicable.

Características: La respuesta en frecuencia es determinada por la respuesta dinámica por comparación con un acelerómetro patrón. El test es hecho con el acelerómetro instalado en configuración back-to-back en un excitador dinámico. La sensibilidad es determinada en un sistema de adquisición (analizador). El test de linealidad sigue el mismo procedimiento. Las ponderaciones en frecuencia, como aplicable, son verificadas por medio de señales eléctricas directas en la unidad de medición. Los errores de las indicaciones son mostrados junto con los límites que el estándar establece para la ponderación determinada.

Para esa calibración fue usada una señal de excitación del tipo: ruido de banda ancha y el sensor pegado con cianacrilato en la configuración correspondiente.

Condiciones ambientales: Temperatura: 22,7 °C, Humedad Relativa: 49 %. Promedio de la Temperatura del sensor: 22,0 °C.

Observaciones generales:

- 1- Los resultados presentados se refieren al promedio de los valores encontrados.
- 2- Cada Incertidumbre Expandida de Medida (U) es expresada como una incertidumbre estándar multiplicada por el factor de cobertura $k = 2,00$, para una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%. La incertidumbre estándar de medición fue determinada de acuerdo con la publicación EA-402.
- 3- Los resultados consignados en este certificado se refieren únicamente al objeto sometido a calibración en las condiciones especificadas, no siendo extensivo a cualquier lote.
- 4- Este certificado de calibración solo puede ser reproducido íntegramente. Reproducciones para fines de divulgación en material publicitario, así como reproducciones parciales, requieren autorización escrita del laboratorio emisor.
- 5- Para los tests eléctricos el laboratorio cuenta con trazabilidad formal en el rango de 20 Hz a 10 kHz. Para las bajas frecuencias son utilizadas señales eléctricas validadas en el propio laboratorio. La forma de validación fue oportunamente verificada por especialista del Inmetro. Estas informaciones (relativas a la trazabilidad y al método disponible para las bajas frecuencias) fueron negociadas con el cliente en la fase de contratación. El método permite calibrar el instrumento en todo el rango de interés del cliente por el uso de patrón por consenso.
- 5- Cgcre is Signatory of the ILAC Mutual Recognition Arrangement. Cgcre is Signatory of a Bilateral Mutual Agreement with EA. Cgcre is signatory of the IAAC Mutual Recognition Arrangement.

Ejecutante:

Página: 1/4

Este certificado atende a los requisitos de acreditación por la Cgcre (Coordenação Geral de Acreditação do Inmetro) que evalúa la capacidad del laboratorio y comparó su trazabilidad a patrones de referencia brasileños (o al Sistema Internacional de Unidades - SI).



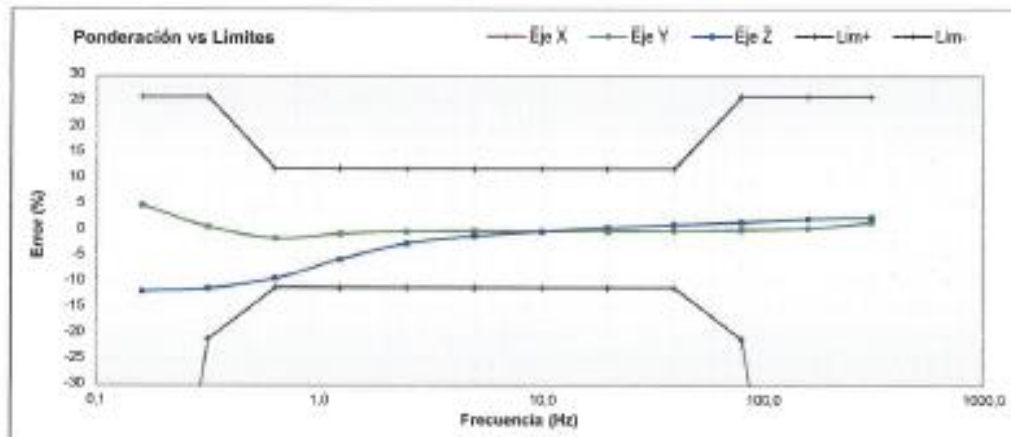
CALILAB - LABORATORIO DE CALIBRACIÓN Y ENSAYOS
Laboratorio de Calibración Acreditado por la Cgcre
(Coordenação Geral de Acreditação do Inmetro) de
acuerdo con la ABNT NBR ISO/IEC 17025 bajo el N° 307.

CERTIFICADO DE CALIBRACION N°: RBC5-9688-666

4- RESULTADOS Y DECLARACIÓN DE LA INCERTIDUMBRE

(Test Eléctrico - señal de entrada: 2000 mV)

Frecuencia Nominal (Hz)	Error Eje X - Wd (%)	Error Eje Y - Wd (%)	Error Eje Z - Wk (%)	Factor Wd (%)	Factor Wk (%)	Límite Superior (%)	Límite Inferior (%)	Incertidumbre (%)
0,1	---	---	---	---	---	---	---	---
0,125	---	---	---	---	---	---	---	---
0,16	5,0	5,0	-11,6	0,188	0,078	28	-300	0,8
0,2	---	---	---	---	---	---	---	---
0,25	---	---	---	---	---	---	---	---
0,315	5,9	5,9	-11,1	0,153	0,064	28	-21	0,8
0,4	---	---	---	---	---	---	---	---
0,5	---	---	---	---	---	---	---	---
0,63	-1,4	-1,4	-5,1	0,144	0,059	12	-11	0,8
0,8	---	---	---	---	---	---	---	---
1	---	---	---	---	---	---	---	---
1,25	-0,5	-0,5	-5,5	1,087	0,465	12	-13	0,8
1,6	---	---	---	---	---	---	---	---
2	---	---	---	---	---	---	---	---
2,5	0,0	-0,1	-2,4	0,773	0,634	12	-11	0,8
3,15	---	---	---	---	---	---	---	---
4	---	---	---	---	---	---	---	---
5	0,6	0,6	-6,9	0,688	1,089	12	-11	0,8
6,3	---	---	---	---	---	---	---	---
8	---	---	---	---	---	---	---	---
10	0,8	0,8	0,0	0,262	0,988	12	-11	0,4
12,5	---	---	---	---	---	---	---	---
16	---	---	---	---	---	---	---	---
20	0,8	0,8	0,7	0,180	0,630	12	-11	0,4
25	---	---	---	---	---	---	---	---
31,5	---	---	---	---	---	---	---	---
40	0,1	0,1	1,3	0,090	0,316	12	-11	0,6
50	---	---	---	---	---	---	---	---
63	---	---	---	---	---	---	---	---
80	0,1	0,1	1,7	0,091	0,134	28	-23	0,6
100	---	---	---	---	---	---	---	---
125	---	---	---	---	---	---	---	---
160	0,4	0,4	2,4	0,093	0,029	28	-300	0,6
200	---	---	---	---	---	---	---	---
250	---	---	---	---	---	---	---	---
315	1,7	1,8	2,6	0,091	0,064	28	-300	0,6
400	---	---	---	---	---	---	---	---
---	---	---	---	---	---	---	---	---



Ejecutante:

[Signature]

Página: 2/4



CALILAB - LABORATORIO DE CALIBRACIÓN Y ENSAYOS
Laboratorio de Calibración Acreditado por la Cgcre
(Coordenação Geral de Acreditação do Instituto) de
acuerdo con la ABNT NBR ISO/IEC 17025 bajo el N° 307.

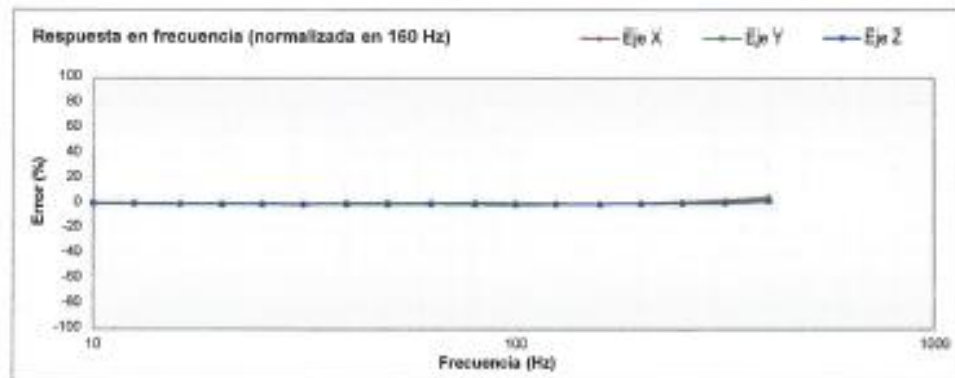
CERTIFICADO DE CALIBRACION N°: RBC5-9688-666

Respuesta en Frecuencia - (Nivel de excitación en 160 Hz: 10 m/s²)

Frecuencia Nominal (Hz)	Eje X Sensibilidad en (mV/(m/s ²))	Eje X Sensibilidad norm. en [%]	Eje Y Sensibilidad en (mV/(m/s ²))	Eje Y Sensibilidad norm. en [%]	Eje Z Sensibilidad en (mV/(m/s ²))	Eje Z Sensibilidad norm. en [%]	Incertidumbre (%)
10	11,92	0,4	11,95	0,8	11,96	1,6	1,9
12,5	11,89	0,1	11,93	0,5	11,96	1,5	1,7
16	11,87	0,0	11,89	0,4	11,93	1,2	1,5
20	11,86	-0,1	11,87	0,2	11,91	1,0	1,5
25	11,86	-0,1	11,87	0,2	11,91	1,0	1,5
31,5	11,84	-0,3	11,85	0,0	11,90	-0,1	1,2
40	11,86	-0,2	11,90	0,4	11,90	-0,1	1,2
50	11,86	0,2	11,93	0,7	11,90	-0,1	0,8
63	11,92	0,3	11,92	0,5	11,92	0,1	0,8
80	11,96	0,6	11,84	0,8	11,89	-0,2	0,8
100	11,95	0,6	11,95	0,5	11,86	-0,4	0,8
125	11,90	0,2	11,88	0,1	11,89	-0,2	0,8
160	11,88	0,0	11,88	0,0	11,91	0,0	0,8
200	11,94	0,6	11,90	0,4	11,94	0,2	0,8
250	12,00	1,7	11,99	1,7	11,90	0,5	0,8
315	12,15	3,2	12,10	2,1	12,01	0,9	0,8
400	12,51	5,3	12,30	3,0	12,16	2,1	0,8
500	---	---	---	---	---	---	---
630	---	---	---	---	---	---	---
800	---	---	---	---	---	---	---
1000	---	---	---	---	---	---	---
1250	---	---	---	---	---	---	---
1600	---	---	---	---	---	---	---
2000	---	---	---	---	---	---	---
2500	---	---	---	---	---	---	---
3150	---	---	---	---	---	---	---
4000	---	---	---	---	---	---	---
5000	---	---	---	---	---	---	---
6300	---	---	---	---	---	---	---
8000	---	---	---	---	---	---	---
10000	---	---	---	---	---	---	---

Respuesta en % normalizada en 160 Hz

	Frecuencia Nominal (Hz)	Sensibilidad Eje X	Sensibilidad Eje Y	Sensibilidad Eje Z
mV/(m/s ²)	80	11,95	11,94	11,89
	160	11,88	11,85	11,91
mV/g ₀	80	117,3	117,1	116,6
	160	116,5	116,2	116,8



Ejecutante:



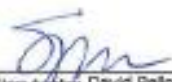
CALILAB - LABORATORIO DE CALIBRACIÓN Y ENSAYOS

Laboratorio de Calibración Acreditado por la Cgcre
(Coordenação Geral de Acreditação do Imetro) de
acuerdo con la ABNT NBR ISO/IEC 17025 bajo el N° 307.

CERTIFICADO DE CALIBRACION N°: RBC5-9688-666

Linealidad - Test dinámico (Referencia: 80 Hz) - Acelerómetro (Eje Z)

Aceleración de Referencia (m/s²)	Aceleración Medida (m/s²)	Límite del Intervalo de Indicación	Error (m/s²)	Error (%)	Límite (± %)	Incertidumbre (%)
0,50	0,50	3000	0,00	-0,0	---	5,2
1,00	0,99	3000	-0,01	-0,1	---	2,2
2,00	1,99	3000	-0,01	-0,5	---	1,3
3,00	2,98	3000	-0,02	-0,6	---	1,0
4,00	3,96	3000	-0,04	-0,9	---	0,7
5,00	4,96	3000	-0,04	-0,8	---	0,9
10,00	9,92	3000	-0,08	-0,8	---	0,8
---	---	---	---	---	---	---
---	---	---	---	---	---	---
---	---	---	---	---	---	---
---	---	---	---	---	---	---
---	---	---	---	---	---	---
---	---	---	---	---	---	---
---	---	---	---	---	---	---
---	---	---	---	---	---	---


Ejecutante: David Bello
Firma Autorizada
Fecha de emisión: 12/07/2016

Página: 4/4

Anexo 2.7.3. Extracto de la Norma de vibraciones en Panamá

REPÚBLICA DE PANAMÁ
ASAMBLEA LEGISLATIVA
LEGISPAN
LEGISLACIÓN DE LA REPÚBLICA DE PANAMÁ

Tipo de Norma: RESOLUCION

Número: 505

Referencia:

Año: 1999

Fecha (dd-mm-aaaa): 06-10-1999

Título: (REGLAMENTO TECNICO DGNTI-COPANIT-45-2000. HIGIENE Y SEGURIDAD INDUSTRIAL.)

Dictada por: MINISTERIO DE COMERCIO E INDUSTRIAS

Gaceta Oficial: 24163

Publicada el: 18-10-2000

Rama del Derecho: DER. DE TRABAJO, DER. INDUSTRIAL Y DE MINAS

Palabras Claves: Normas técnicas y especificaciones, Salud y seguridad ocupacional, Ruido

Páginas: 12

Tamaño en Mb: 1.223

Rollo: 513

Posición: 3827

MINISTERIO DE COMERCIO E INDUSTRIAS
DIRECCION GENERAL DE NORMAS Y
TECNOLOGIA INDUSTRIAL
RESOLUCION N° 505
(De 6 de octubre de 1999)

MINISTERIO DE COMERCIO E INDUSTRIAS
DIRECCIÓN GENERAL DE NORMAS Y TECNOLOGÍA INDUSTRIAL

REGLAMENTO TÉCNICO
DGNTI - COPANIT 45 - 2000

HIGIENE Y SEGURIDAD INDUSTRIAL
CONDICIONES DE HIGIENE Y SEGURIDAD
EN AMBIENTES DE TRABAJO DONDE SE
GENEREN VIBRACIONES.

TABLA N° 1: NIVELES ADMISIBLES PARA LAS VIBRACIONES GENERALES EN LA DIRECCIÓN DEL EJE "Z".

Frecuencia media de la banda terciaria	Aceleración en m / s ² Tiempo de exposición diaria							
	(Hz)	8 Hrs.	4 Hrs.	2 Hrs.	1 Hrs.	30 min.	15 min	7.5 min
1.00	0.630	0.880	1.280	1.780	2.520	3.560	5.040	6.180
1.25	0.560	0.790	1.130	1.590	2.250	3.180	4.500	5.520
1.60	0.500	0.700	1.000	1.410	2.000	2.820	4.000	4.900
2.00	0.450	0.620	0.890	1.250	1.770	2.510	3.550	4.350
2.50	0.400	0.550	0.790	1.110	1.580	2.220	3.150	3.860
3.15	0.355	0.490	0.700	1.950	1.400	1.980	2.800	3.430
4.00	0.315	0.440	0.630	0.890	1.280	1.780	2.520	3.090
5.00	0.315	0.440	0.630	0.890	1.260	1.780	2.520	3.090
6.30	0.315	0.440	0.630	0.890	1.260	1.780	2.520	3.090
8.00	0.315	0.440	0.630	0.890	1.260	1.780	2.520	3.050
10.00	0.400	0.570	0.800	1.130	1.600	2.260	3.200	3.920
12.50	0.500	0.710	1.000	1.410	2.000	2.830	4.000	4.900
16.00	0.630	0.890	1.260	1.780	2.520	3.560	5.040	6.170
20.00	0.800	1.330	1.600	2.260	3.200	4.520	6.390	7.830
25.00	1.000	1.410	2.000	2.830	4.000	5.650	7.990	9.790
31.50	1.250	1.770	2.500	3.530	5.000	7.080	9.990	12.24
40.00	1.600	2.260	3.200	4.520	6.400	9.040	12.79	15.67
50.00	2.000	2.830	4.000	5.650	8.000	11.31	15.99	19.59
63.00	2.500	3.540	5.000	7.070	10.00	14.14	19.99	24.49
80.00	3.150	4.450	6.300	8.910	12.59	17.81	25.18	30.85

TABLA N°2: NIVELES ADMISIBLES PARA LAS VIBRACIONES GENERALES EN LA DIRECCIÓN DE LOS EJES "X" y "Y".

Frecuencia media de la banda terciaria	Aceleración en m/s^2 Tiempo de exposición diaria							
	(Hz)	8 Hrs.	4 Hrs.	2 Hrs.	1 Hrs.	30 min.	15 min.	7.5 min < 5 min.
1.00	0.224	0.317	0.448	0.630	0.900	1.270	1.790	2.190
1.25	0.224	0.317	0.448	0.630	0.900	1.270	1.790	2.190
1.60	0.224	0.317	0.448	0.630	0.900	1.270	1.790	2.190
2.00	0.224	0.317	0.448	0.630	0.900	1.270	0.790	2.190
2.50	0.240	0.400	0.560	0.790	1.120	1.580	2.240	2.740
3.15	0.555	0.500	0.710	1.000	1.420	2.010	2.840	3.480
4.00	0.450	0.640	0.900	1.270	1.800	2.540	3.600	4.410
5.00	0.560	0.790	1.120	1.580	2.240	3.170	4.480	5.480
6.30	0.710	1.000	1.420	2.010	2.840	4.010	6.670	6.950
8.00	0.900	1.270	1.800	2.540	3.600	5.090	7.190	8.810
10.00	1.120	1.580	2.240	3.170	4.480	6.330	8.950	10.97
12.50	1.400	1.980	2.000	3.960	5.600	7.910	11.95	13.71
16.00	1.800	2.540	3.600	5.090	7.200	10.17	14.39	17.62
20.00	2.240	3.170	4.480	6.330	8.950	12.66	17.90	21.93
25.00	2.800	3.960	5.560	7.920	11.19	15.83	22.38	27.42
31.50	3.550	5.020	7.100	10.04	14.19	20.07	28.37	34.76
40.00	4.500	6.360	9.000	12.72	17.99	25.44	35.97	44.06
50.00	5.600	7.920	11.20	15.83	22.39	31.65	44.76	64.83
63.00	7.100	10.04	14.20	20.07	28.38	40.13	56.75	69.52
80.00	9.000	12.73	17.99	25.44	35.98	50.87	71.93	88.12

Anexo 2.7.4.Cadenas de Custodia